

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-168644
 (43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
 B05C 9/12
 B05C 11/00
 B05C 11/08
 B05D 1/40
 B05D 3/00
 G02F 1/13
 G03F 7/16

(21)Application number : 2002-200477
 (22)Date of filing : 09.07.2002

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
 (72)Inventor : KITANO TAKAHIRO
 SOMA YASUTAKA
 FUKUTOMI AKIRA
 KOBAYASHI SHINJI

(30)Priority

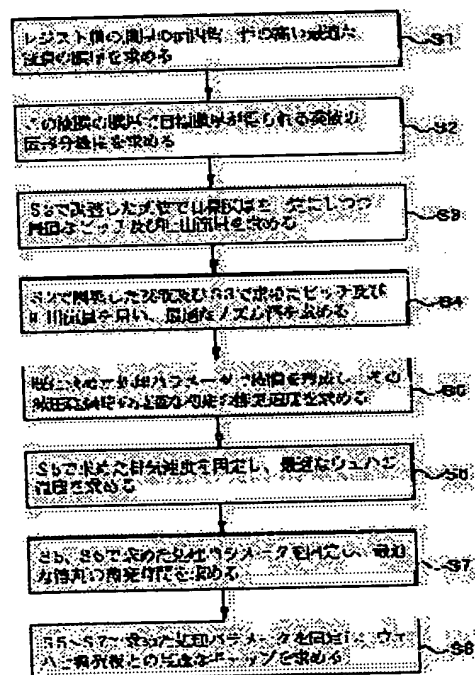
Priority number : 2001285482 Priority date : 19.09.2001 Priority country : JP

(54) METHOD OF DECIDING TREATMENT PARAMETER FOR COATED FILM FORMATION AND COATED FILM FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of deciding a treatment parameter for coated film formation by which the in-plane uniformity of the thickness of a coated film can be improved by easily setting treatment parameters for a method of forming the coated film on a substrate by linearly applying coating liquid to the substrate by intermittently sending the substrate in the X-direction while a coating liquid nozzle is scanned in the Y-direction and drying the formed coated film under a pressure-reduced condition.

SOLUTION: By paying attention to that the coated film of the coating liquid has an appropriate thickness regardless of the solid concentration of the coating liquid, the solid concentration of the coating liquid at which a target film thickness is obtained is found after finding the value of an appropriate thickness. Then scanning pitch and a flow rate discharged from the coating liquid nozzle are found, and the optimum diameter of the nozzle is decided. Thereafter, the optimum value of starting time at which the solvent of the coating liquid vigorously vaporizes when the coated film is dried under the pressure-reduced condition is found. Next, the optimum temperature of the substrate, the optimum vaporizing time of the solvent, and the optimum gap between a rectifying plate and the substrate are found in this order.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-168644

(P2003-168644A)

(43)公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	F I	メモ(参考)
H 0 1 L 21/027		B 0 5 C 9/12	2 H 0 2 5
B 0 5 C 9/12		11/00	2 H 0 8 8
11/00		11/08	4 D 0 7 5
11/08		B 0 5 D 1/40	A 4 F 0 4 2
B 0 5 D 1/40		3/00	D 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-200477(P2002-200477)

(22)出願日 平成14年7月9日(2002.7.9)

(31)優先権主張番号 特願2001-285482(P2001-285482)

(32)優先日 平成13年9月19日(2001.9.19)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 北野 高広

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放

送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 相馬 康幸

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放

送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100091513

弁理士 井上 俊夫 (外1名)

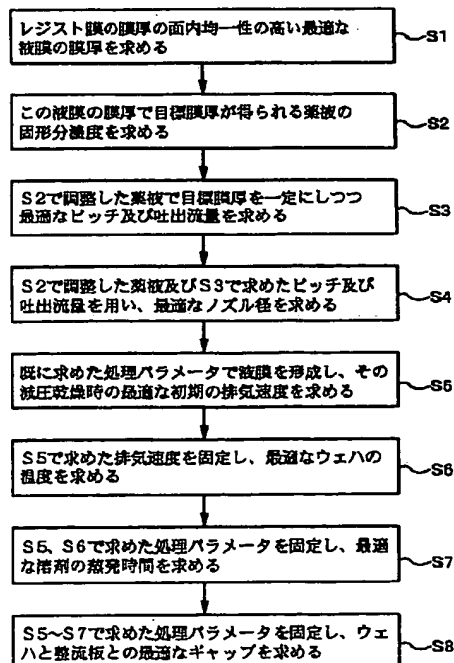
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 塗布膜形成の処理パラメータの決定方法及び塗布膜形成装置

(57)【要約】

【課題】塗布液ノズルをY方向にスキャンすると共に基板をX方向に間欠的に送り、塗布液を線状に配列して液膜を形成し、その後減圧乾燥を行って塗布膜を得る方法において、処理パラメータの設定が容易で膜厚の面内均一性が高いこと。

【解決手段】塗布液の固形分濃度にかかわらず塗布液の液膜の適切な厚さが存在することに着目し、先ずこの値を見つけた上で目標膜厚が得られる塗布液の固形分濃度を求め、次いでスキャンピッチ及び塗布液ノズルからの吐出流量を求め、更に最適なノズル径を決定する。その後減圧乾燥時の溶剤が激しく蒸発する開始時点の最適値を求め、次いで基板の最適温度、溶剤の最適蒸発時間及び整流板と基板との最適なギャップ、をこの順で求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板保持部に水平に保持された基板に塗布液ノズルを対向させ、この塗布液ノズルから塗布液を吐出させながら塗布液ノズルをX方向に移動させ、その後基板保持部に対して塗布液ノズルをY方向に相対的に移動させ、この動作を繰り返すことにより塗布液を基板に塗布する工程と、次いで基板を気密容器内で減圧乾燥を行って塗布膜を形成する工程とを行うにあたり、処理パラメータを決定する方法において、

塗布膜の成分である固形分を溶剤に溶解した塗布液を塗布液ノズルから基板に塗布して種々の厚さの液膜を形成し、この液膜を乾燥して得られた塗布膜の膜厚の面内均一性の高い液膜の厚さを求め、この液膜の厚さで目標膜厚が得られるように処理パラメータである塗布液の固形分濃度を求める工程と、

この工程で決めた固形分濃度の塗布液を用い、塗布液ノズルに対する基板のY方向の相対的間欠的移動距離であるスキャンピッチ及び塗布液ノズルの吐出流量を種々変えて基板上に目標膜厚の塗布膜を形成し、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるスキャンピッチ及び吐出流量を求める工程と、

既に求めた固形分濃度の塗布液を用い、既に求めたスキャンピッチ及び流量で目標膜厚が得られるように基板上に液膜を形成し、減圧乾燥時の処理パラメータを種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程と、を含むことを特徴とする塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項2】 塗布膜の膜厚の面内均一性の高いスキャンピッチ及び吐出流量を求めた後、塗布液ノズルの穴径を種々変え、既に求めた処理パラメータを用いて目標膜厚が得られるように基板上に液膜を形成し、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである塗布液ノズルの穴径を求める工程を行うことを特徴とする請求項1記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項3】 減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである排気速度を求める工程を含み、この工程は、処理パラメータである基板の温度及び溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により決める工程の前に行われることを特徴とする請求項1または2記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項4】 減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである排気速度を求める工程と、この工程で求めた排気速度で溶剤が激しく蒸発する圧力

まで気密容器内を減圧し、基板の温度を種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである基板の温度を求める工程と、

既に求めた処理パラメータを用い、溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである蒸発時間を求める工程と、を含むことを特徴とする請求項1または2記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項5】 減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、

気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである排気速度を求める工程と、

この工程で求めた排気速度で溶剤が激しく蒸発する圧力まで気密容器内を減圧し、溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである蒸発時間を求める工程と、

その後、既に求めた処理パラメータを用い、基板の温度を種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである基板の温度を求める工程と、

を含むことを特徴とする請求項1または2記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項6】 減圧乾燥は、基板表面の近傍にてこれと対向するように整流板を設けて行われ、

減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度と、前記蒸発時間と、前記基板の温度と、を決定した後、次に基板と前記整流板との間のギャップを種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるギャップを求める工程を含むことを特徴とする請求項4または5記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項7】 減圧乾燥は、溶剤が激しく蒸発している間に基板と前記整流板との間のギャップを大きくする工程を含み、

減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、塗布膜の膜厚の面内均一性の高いギャップを求めた後、既に求めた処理パラメータを用い、前記ギャップを大きくするタイミングを種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるタイミングを求める工程を含むことを特徴とする請求項6記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項8】 基板に対する塗布液の塗布時の処理パラメータ及び減圧乾燥時の処理パラメータを決定した後、製品基板に対して塗布液の塗布を行う工程において、製品基板の下地膜に複数の凹部が平行状に形成されているときには、前記凹部が延びる方向と塗布液ノズルのスキャン方向とが交差するように製品基板の向きを決めるこ

とを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項9】 基板に対する塗布液の塗布時の処理パラメータ及び減圧乾燥時の処理パラメータを決定した後、製品基板に対して塗布液の塗布を行う工程において、製品基板の下地膜の凹凸の位置に応じて、既に決めたスキャンピッチを微調整することを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の塗布膜形成の処理パラメータの決定方法。

【請求項10】 基板を保持する基板保持部と、この基板保持部に保持された基板と対向して設けられ、当該基板に塗布液を吐出する塗布液ノズルと、この塗布液ノズルからの塗布液の吐出を制御する塗布液供給制御部と、前記塗布液ノズルをX方向に移動させるX方向駆動機構と、前記基板保持部と塗布液ノズルとを相対的にY方向に間欠的に移動させるY方向駆動機構と、前記塗布液ノズルにより塗布液の液膜が形成された基板を減圧乾燥するための気密容器と、この気密容器内を減圧排気する減圧排気手段と、塗布液の液膜を形成するときの処理パラメータ及び減圧乾燥するときの処理パラメータを記憶する記憶部と、を備え、塗布液による液膜の形成は、前記基板保持部を停止させた状態で塗布液ノズルから塗布液を吐出させながら当該塗布液ノズルをX方向に移動させ、その後基板保持部と塗布液ノズルとを相対的にY方向に移動させ、この動作を繰り返すことにより行われ、記憶部内の処理パラメータは、請求項4または5の方法により決定されたものであることを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項11】 前記気密容器内には、基板の温度を調整するための温度調整手段が設けられることを特徴とする請求項10記載の塗布膜形成装置。

【請求項12】 気密容器内には、基板表面の近傍にてこれと対向するように整流板が設けられ、また前記記憶部内には、請求項6または7の方法により決定された処理パラメータの一つである基板と整流板とのギャップが記憶されていることを特徴とする請求項10または11記載の塗布膜形成装置。

【請求項13】 整流板を昇降する手段を備えると共に、前記整流板は、溶剤が激しく蒸発している間に上昇され、また前記記憶部内には、請求項7の方法により決定された処理パラメータの一つである整流板を上昇させるタイミングが記憶されていることを特徴とする請求項10ないし12のいずれかに記載の塗布膜形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハやLCD基板（液晶ディスプレイ用ガラス基板）などの基板に例えばレジスト液などの塗布液を塗布し、次いで基板表面を減圧乾燥して塗布膜を形成する方法において、処理パラメータを決定する方法、及び前記塗布膜を形成する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスやLCDの製造プロセスにおいては、フォトリソグラフィと呼ばれる技術により基板へのレジストパターンを形成している。従来レジスト液を基板に塗布する方法としては、基板の中央部にレジスト液を供給すると共に基板を回転させて遠心力によりレジスト液を広げて塗布する、いわゆるスピンコーティング法が主流であった。

【0003】しかしスピンコーティング法は、薄膜化に応えるために基板を高速回転させると、内周部に比して外周部の周速度が大きくなり、空気の乱流が発生して膜厚を変動させる要因となる懸念があり、またレジスト液をウエハの中央部から周縁方向へと吹き飛ばすようにして拡散させているので、当該周縁部からカップ側へと飛散して無駄になるレジスト液の量が多くなってしまふといった課題が指摘されている。

【0004】このような事情から、スピンコーティング法に代えて次のような手法が検討されている。この手法は、図16に示すように、ウエハWの上方に設けたノズルNの細径の吐出孔からレジスト液REを供給しながらX方向に往復させると共にウエハWをY方向に間欠送りし、いわゆる一筆書きの要領でウエハWにレジスト液を供給するものである。なおこの場合ウエハWの周縁や裏面にレジスト液が付着するのを防止するためにウエハWの回路形成領域以外の部分をマスクで覆うことが好ましい。この手法ではウエハWを回転させないので上述したような不都合は解消され、無駄のない塗布が行なえる。そしてこの塗布方法は特に基板サイズが大きい場合に好適であるが、次工程で加熱プレートによる乾燥を行うと、基板が大きい分、加熱プレートの面内温度分布の影響を受けるため、気密容器内を減圧して乾燥する減圧乾燥工程が検討されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述のスキャン塗布方法は、塗布液の固形分濃度に加えて、塗布液ノズルの孔径、レジスト液の吐出量、塗布液ノズルのスキャン速度（X方向の移動速度）、塗布液ノズルのスキャンピッチ（間欠的移動距離）等の処理パラメータを最適に設定する必要があるが、処理パラメータが多いことから、どの処理パラメータから設定していけばよいのか、またどのようにして設定すればよいのかといったことが不明であり、現状では、試行錯誤でパラメータを調整している。

50 【0006】更にレジスト液の塗布後に行われる減圧乾

燥工程は、気密容器内を溶剤が激しく揮発する圧力、例えば沸騰する圧力よりも少し高い圧力になるように減圧すると共に、基板の周縁部における液膜が表面張力で丸まってしまうのを抑えるために基板の表面近傍にて当該基板と対向するように整流板を配置している。従って減圧乾燥においても、減圧の仕方、基板の温度及び整流板の高さなど処理パラメータの数が多く、先の塗布処理における処理パラメータも含めてどの順番で処理パラメータを決めれば、面内均一性の高いレジスト膜が得られるのかということについて不明であり、このためレジスト塗布、減圧乾燥の一連の工程の処理パラメータは試行錯誤で決めており、作業が面倒であるし、面内均一性の高い塗布膜を得ることが困難になっている。

【0007】本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は面内均一性の高い塗布膜が得られ、また必要な膜厚を得るためのパラメータの設定作業が容易な塗布膜形成の処理パラメータの決定方法及び塗布膜形成装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板保持部に水平に保持された基板に塗布液ノズルを対向させ、この塗布液ノズルから塗布液を吐出させながら塗布液ノズルをX方向に移動させ、その後基板保持部に対して塗布液ノズルをY方向に相対的に移動させ、この動作を繰り返すことにより塗布液を基板に塗布する工程と、次いで基板を気密容器内で減圧乾燥を行って塗布膜を形成する工程とを行うにあたり、処理パラメータを決定する方法において、塗布膜の成分である固形分を溶剤に溶解した塗布液を塗布液ノズルから基板に塗布して種々の厚さの液膜を形成し、この液膜を乾燥して得られた塗布膜の膜厚の面内均一性の高い液膜の厚さを求め、この液膜の厚さで目標膜厚が得られるように処理パラメータである塗布液の固形分濃度を求める工程と、この工程で決めた固形分濃度の塗布液を用い、塗布液ノズルに対する基板のY方向の相対的間欠的移動距離であるスキャンピッチ及び塗布液ノズルの吐出流量を種々変えて基板上に目標膜厚の塗布膜を形成し、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるスキャンピッチ及び吐出流量を求める工程と、既に求めた固形分濃度の塗布液を用い、既に求めたスキャンピッチ及び流量で目標膜厚が得られるように基板上に液膜を形成し、減圧乾燥時の処理パラメータを種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程と、を含むことを特徴とする。

【0009】この発明において、塗布液ノズルの穴径を決定する場合には、塗布膜の膜厚の面内均一性の高いスキャンピッチ及び吐出流量を求めた後、塗布液ノズルの穴径を種々変え、既に求めた処理パラメータを用いて目標膜厚が得られるように基板上に液膜を形成し、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである塗布液

ノズルの穴径を求める工程を行う。

【0010】また減圧乾燥時の処理パラメータを求めるにあたって、気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を求める場合には、この排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い排気速度をればよいが、この工程は、処理パラメータである基板の温度及び溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により決める工程の前に行われる。

【0011】ここで溶剤が激しく蒸発する圧力とは、気密容器内を減圧していったときに減圧排気手段による排気と溶剤の蒸発とがバランスして気密容器内が溶剤の蒸気圧あるいはそれに近い蒸気圧になるような圧力であり、例えば溶剤の沸点に至るよりも少し大きい圧力である。

【0012】更にまた減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである排気速度を求める工程と、この工程で求めた排気速度で溶剤が激しく蒸発する圧力まで気密容器内を減圧し、基板の温度を種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである基板の温度を求める工程と、既に求めた処理パラメータを用い、溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである蒸発時間を求める工程と、を含むようにしてもよい。

【0013】なお基板の温度を求める工程の前に蒸発時間を求めるようにしてもよい。この場合、減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、気密容器内を大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度を種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである排気速度を求める工程と、この工程で求めた排気速度で溶剤が激しく蒸発する圧力まで気密容器内を減圧し、溶剤が激しく蒸発する蒸発時間を排気速度の調整により種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである蒸発時間を求める工程と、その後、既に求めた処理パラメータを用い、基板の温度を種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータである基板の温度を求める工程と、を含む。

【0014】また減圧乾燥は、基板表面の近傍にてこれと対向するように整流板を設けて行うようにしてもよく、この場合減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は大気雰囲気から溶剤が激しく蒸発する圧力に減圧するまでの排気速度と、前記蒸発時間と、前記基板の温度と、を決定した後、次に基板と前記整流板との間のギャップを種々変えて、塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるギャップを求めることが好ましい。

【0015】そしてまた溶剤が激しく蒸発している間に基板と前記整流板との間のギャップを大きくする場合に

は、減圧乾燥時の処理パラメータを求める工程は、塗布膜の膜厚の面内均一性の高いギャップを求めた後、既に求めた処理パラメータを用い、前記ギャップを大きくするタイミングを種々変えて塗布膜の膜厚の面内均一性の高い処理パラメータであるタイミングを求める。

【0016】更に本発明では、基板に対する塗布液の塗布時の処理パラメータ及び減圧乾燥時の処理パラメータを決定した後、製品基板に対して塗布液の塗布を行う工程において、製品基板の下地膜に複数の凹部が平行状に形成されているときには、前記凹部が延びる方向と塗布液ノズルのスキャン方向とが交差するように製品基板の向きを決めるようにしてもよい。

【0017】更にまた本発明では、基板に対する塗布液の塗布時の処理パラメータ及び減圧乾燥時の処理パラメータを決定した後、製品基板に対して塗布液の塗布を行う工程において、製品基板の下地膜の凹凸の位置に応じて、既に決めたスキャンピッチを微調整するようにしてもよい。

【0018】本発明のようにして処理パラメータを決定することにより塗布膜の膜厚について面内均一性の高い結果が得られる。

【0019】以上において、ある処理パラメータ例えば減圧処理時のパラメータを求めるために、既に決定した塗布時の処理パラメータを用いて液膜を形成する場合、ここでいう既に決定した塗布時の処理パラメータとは、その値に多少の幅を持たせたものである。例えばスキャンピッチを既に決めていて、減圧乾燥のパラメータを求めるために液膜を作る場合、前記スキャンピッチとわずかに異なっているスキャンピッチで液膜を形成する場合も本発明に含まれる。

【0020】本発明の塗布装置は、基板を保持する基板保持部と、この基板保持部に保持された基板と対向して設けられ、当該基板に塗布液を吐出する塗布液ノズルと、この塗布液ノズルからの塗布液の吐出を制御する塗布液供給制御部と、前記塗布液ノズルをX方向に移動させるX方向駆動機構と、前記基板保持部と塗布液ノズルとを相対的にY方向に間欠的に移動させるY方向駆動機構と、前記塗布液ノズルにより塗布液の液膜が形成された基板を減圧乾燥するための気密容器と、この気密容器内を減圧排気する減圧排気手段と、塗布液の液膜を形成するときの処理パラメータ及び減圧乾燥するときの処理パラメータを記憶する記憶部と、を備え、塗布液による液膜の形成は、前記基板保持部を停止させた状態で塗布液ノズルから塗布液を吐出させながら当該塗布液ノズルをX方向に移動させ、その後基板保持部と塗布液ノズルとを相対的にY方向に移動させ、この動作を繰り返すことにより行われ、記憶部内の処理パラメータは、上述の方法により決定されたものであることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に本発明である塗布膜形成に

おける処理パラメータの決定方法の実施の形態について述べる。この実施の形態は、既に「従来技術」の項目にて述べたように一筆書きの要領でスキャン塗布により塗布液（薬液）であるレジスト液を基板に塗布し、次いで減圧乾燥を行って塗布膜であるレジスト膜を形成する方法において、どのようにして適切な処理パラメータを得るのかということを示したものであり、説明の順序としては初めにレジスト液の塗布工程及び減圧乾燥工程を説明し、その後に処理パラメータの決定方法について述べる。

【0022】（塗布工程及び減圧乾燥工程について）図1は、基板例えば半導体ウエハ（以下「ウエハ」という）Wに塗布液ノズル1から塗布液であるレジスト液REを塗布する方法を示している。11は塗布液の供給源である容器であり、この容器11内には固形分であるレジスト成分を溶剤に溶解させたレジスト液REが貯留されている。容器11内のレジスト液REは供給制御部12により供給管13及び塗布液ノズル1を介してウエハWの表面に供給される。塗布液ノズル1は、ウエハWが停止した状態でレジスト液REを吐出しながらX方向に一端側から他端側に移動し、その後ウエハWがY方向に移動する。続いて塗布液ノズル1が他端側から一端側に移動し、この動作を繰り返す。なおウエハWの周縁部はマスク14により覆われており、塗布液ノズル1からのレジスト液REがマスク14上に供給されている間にウエハWがY方向に移動する。この結果ウエハW上にレジスト液REが一筆書きの要領で、より詳しくはマスク14があるので直線上に平行に配列された状態で塗布される。

【0023】塗布液の供給制御部12は、例えばベローズポンプ12a、圧力検出部12b及び粘度検出部12cなどを含み、圧力検出部12bの圧力検出値をフィードバックしてベローズポンプ12aを調整することにより所定の吐出圧で塗布液を塗布するものである。吐出圧と吐出流量とは、塗布液ノズル1の穴径及び粘度（固形分濃度）が決まれば一義的な関係にあるので、後述の制御部側に例えば粘度毎に吐出流量と吐出圧との関係データを持たせておくと共に、粘度検出部12cにより粘度を検出すれば、ベローズポンプ12aの吐出圧を調整することにより塗布液の吐出流量を制御できることになる。

【0024】上述の塗布処理を行う塗布ユニットの構成は後で詳述するが、ここで図2に基づいて塗布液ノズル1とウエハWの移動に関して簡単に述べておくと、塗布液ノズル1は移動体21に取り付けられ、モータM2によりボールネジ部22を回動させることによりX方向に移動できることになる。またウエハWはウエハ保持部23に保持され、モータM1によりボールネジ部24を回動させることによりY方向に移動できることになる。モータM1、M2及び前記供給制御部12は制御部3によ

り制御される。つまりこの制御部3により、塗布液ノズル1からのレジスト液REの吐出流量、塗布液ノズル1のスキャン速度(X方向の移動速度)及びウエハWのY方向の間欠的送り量(塗布液ノズル1のスキャンピッチ)が制御される。

【0025】レジスト液の塗布後に行われる減圧乾燥工程は、例えば図3に示す減圧乾燥ユニット4により実施される。この減圧乾燥ユニット4は、ウエハWを載置する載置台41及び蓋体42により構成される気密容器40を備え、蓋体42は図示しない搬送アームと載置台41との間でウエハWの受け渡しが行われるときには上昇位置にあり、ウエハWを減圧乾燥処理するときには図3のように閉じた位置となるように図示しない昇降機構に組み合わされている。載置台41は突起部により僅かに載置面から浮いた状態でウエハWを載置するように構成され、内部には基板の温度調整手段43が設けられている。この例では温度調整手段43は例えば18℃に設定しているが、ウエハWの温度の目標値によっては例えば加熱手段としてヒータを用いるようにしてもよい。更に載置台41には図示していないが、3本の支持ピンが載置面から出沒自在に貫通して設けられていて、図示しない搬送アームとの間でウエハWを受け渡すときにはこれら支持ピンによりウエハWを上昇させるようになっている。

【0026】蓋体42の中央部には排気管44が接続され、この排気管44には気密容器40側から例えば排気管44内の圧力を検出する圧力検出部301、排気流量を検出する流量検出部302、排気流量を調整する流量調整部45、開閉バルブV、及び減圧排気手段である真空ポンプ46が設けられている。303はコントローラであり、制御部3はコントローラ303に排気流量の設定値を出力し、コントローラ303は制御部3からの排気流量の設定値と流量検出部302からの流量検出値とに基づいて流量調整部45の例えばバルブの開度信号を出力する機能を有する。制御部3は、気密容器40内を大気圧から溶剤が激しく蒸発する圧力まで減圧するときとそれ以降とでは圧力設定値が異なり、圧力設定値の切り替えは、圧力検出部301の圧力検出値に基づいて行われる。なお圧力設定値の切り替えのタイミングは、予め時間を把握しておいてタイマにより切り替えてもよい。

【0027】また載置台41の上方側には、当該載置台41に載置されたウエハWと対向するように、基板であるウエハWの有効領域と同じサイズかそれよりも大きいサイズ、例えばウエハWよりも少し大きいサイズの整流板31が設けられている。ウエハWの有効領域とはこの例では塗布膜であるレジスト膜が活用される領域であり、デバイス形成領域である。この整流板31は周縁部にて複数の支持部材32により支持されており、これら支持部材32は載置台41を貫通し、昇降ベース33に

取り付けられている。なお33aは、支持部材32の貫通孔を介して気密容器40内の減圧状態が破られないようにするためのベローズである。

【0028】昇降ベース33の下方側には、ガイド部34が螺合されたボールネジ部35が配置され、モータM3及びブリー36を含む駆動部によりボールネジ部35を回転させることにより、ガイド部34及び昇降ベース33に両端が枢支された連結体37が回転して整流板31が昇降する構成となっている。前記ヒータ43、流量調整部45及びモータM3は前記制御部3により制御される。

【0029】このような減圧乾燥ユニット4では、載置台41にウエハWが載置され、蓋体42が閉じられて気密容器40が形成された後、バルブVを開いて気密容器40内を減圧排気する。図4の実線で示すグラフは気密容器40内の圧力変化を示すものであり、このグラフは時刻t1までは急速に減圧され、時刻t1からt2に至るまでは緩やかに圧力が下がり、時刻t2以後は急速に減圧されていく階段状のカーブを描いている。各段階の状態については、時刻t1に至るまでは気密容器40内の空気が排気されている状態であり、時刻t1からt2に至るまではウエハW上の塗布液中の溶剤が蒸発して気密容器40内がほぼ溶剤の蒸気圧になっている状態であり、時刻t2以降は溶剤が蒸発してしまい、気密容器40内に残っている気体が排気される状態である。

【0030】ところで厳密には溶剤は大気圧でも僅かに蒸発しているが、圧力を下げていくと、温度で決まるある圧力で溶剤内部から気化する。この状態はいわゆる沸騰状態であるが、この実施の形態では沸騰する少し手前の状態、1気圧中の水の沸騰で言えば100℃よりもやや低い温度の状態では溶剤を蒸発させる。この状態は特許請求の範囲で言う「溶剤が激しく蒸発する圧力」であり、あまり急速に減圧排気すると沸騰状態になってしまいが、排気速度つまり流量調整部45を調整して排気流量を調整することにより沸騰に至る少し前の状態となる。溶剤が激しく蒸発する圧力の値は、例えばおよそ1.33kPa(1Torr)前後であり、またこのときのウエハWの温度は、およそ18℃程度であり、この状態が時刻t2まで続く。一例を挙げると、およそ30リットルの気密容器40の容積に対しておよそ90リットルの蒸気が蒸発する。なお時刻t1からt2に至るまでの間、気密容器40内は特に圧力調整をしなくてもわずかながら時間と共に圧力が低下していく。

【0031】従って減圧乾燥時の処理パラメータとしては、時刻t1に至るまでの排気速度つまり溶剤が激しく蒸発し始める時点が挙げられる。また溶剤が激しく蒸発しているときの気密容器40内の圧力が挙げられるが、これは蒸気圧を左右するウエハWの温度により決まってくる。更に溶剤の蒸発が終了する時点t2が挙げられるが、これは溶剤が激しく蒸発し始めた後に、排気流量を

調整することで制御できる。更にまた処理パラメータとしては整流板 31 の高さつまり整流板 31 とウエハ W とのギャップが挙げられる。

【0032】整流板 31 を設けた理由については、ウエハ W 上の塗布液による液膜 RM は図 5 (a) に示すように表面張力により例えば外縁から 2 cm 程度の部位まで丸まってしまう、このまま溶剤が蒸発すると周縁部の面内均一性が悪くなることから、整流板 31 をウエハ W の直ぐ上に対向させることによりウエハ W の中央から外に向かう気流を形成して塗布液を外側に押しやり、これにより丸みを緩和するものである。しかしギャップがあまり小さいと図 5 (b) に示すように外側に向かう気流が強くなりすぎて液膜の周縁部が盛り上がり突出してしまい、逆にギャップが大きすぎると丸まってしまうことから、最適なギャップを見つける必要がある。また最適なギャップを見つけても液膜の周縁部の盛り上がりは避けることができず、このため溶剤が激しく蒸発している状態でギャップを大きくすることが好ましく、この場合そのタイミングも処理パラメータとなる。

【0033】(処理パラメータの決定について) 以上のようにレジスト液 RE の塗布及び減圧乾燥が行われるが、これら工程において予め設定したレジスト膜の目標膜厚が得られる処理パラメータの決定の手法について図 6 を参照しながら述べる。

【0034】①まず初めに薬液(レジスト液)の固形分(レジスト成分)濃度の最適値を求める(ステップ S1)。本発明者は固形分濃度にかかわらず薬液の液膜の膜厚に最適な値があることを見い出しており、このことに基づいて固形分濃度の最適化を図る。この工程は、適当な固形分濃度の薬液を用い、適当な穴径の塗布液ノズル 1 により適当な吐出流量及びスキャンピッチでウエハ W 上に薬液を塗布して液膜を形成し、その後減圧乾燥を行って溶剤を揮発させて塗布膜であるレジスト膜を形成し、その膜厚についての面内均一性を測定する。そして吐出流量やスキャンピッチあるいは塗布液ノズル 1 の穴径を種々変えて、種々の膜厚の液膜を形成し、液膜の膜厚と膜厚の面内均一性との関係を把握し、面内均一性の最も良い(膜厚のばらつきが最も小さい)液膜を求める。

【0035】塗布液ノズル 1 のスキャン速度(X方向の移動速度)については例えば 1 m/sec に設定しておく。また固形分濃度、吐出流量、ノズルの穴径、スキャンピッチを適当に設定するとは、実際の使用であり得る目標膜厚を設定し、この目標膜厚が得られる、ある程度実験により把握されている常識的な範囲内の値に設定するということである。薬液の塗布後の減圧乾燥工程において使用される処理パラメータについても同様に常識的な範囲から選択された値あり、薬液の塗布工程の処理パラメータを決定するときには一定の値が用いられる。なお膜厚の面内均一性とは、減圧乾燥工程で外縁付近で

膜が盛り上がるのを避けられないことから、例えば外縁から 3 mm を除いて、膜厚測定データの標準偏差の 3 倍の 3σ (%) として定義できるが、膜厚測定データの最大値から最小値を差し引いた値を平均膜厚で割った値を用いてもよい。

【0036】図 7 は処理パラメータと膜厚の面内均一性との関係をイメージ的に示すものであり、図 7 (a) は液膜の厚さと膜厚の面内均一性との関係を示している。この結果から液膜の膜厚値に最適値が存在し、既述のようにこの値はレジスト液 RE の固形分濃度に左右されない。従ってこの膜厚値と最終的に得られる(溶剤蒸発後の)レジスト膜の目標膜厚とに基づいて薬液の固形分濃度が決まる(ステップ S2)。ここでいう目標膜厚は、製品ウエハ W について得ようとしている目標膜厚である。例えば固形分濃度が 10 重量%であるレジスト液 RE を用い、液膜の膜厚が $10 \mu\text{m}$ のときに最適であり、そのときのレジスト膜の膜厚が $1 \mu\text{m}$ であったとする。この場合、レジスト膜の目標膜厚が $2 \mu\text{m}$ であるとする、固形分濃度は、10 重量%を 2 倍した 20 重量%にすればよい。こうして固形分濃度が求まる。

【0037】②次にステップ S2 で調整した薬液及び適当なノズル径の塗布液ノズル 1 を用い、レジスト膜の目標膜厚(減圧乾燥後の膜厚の目標値)が得られるように塗布液ノズル 1 のスキャンピッチ及び吐出流量を種々変え、その後適当な処理パラメータを設定して減圧乾燥を行い、図 7 (b) に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性とスキャンピッチとの関係を求める。そして面内均一性の最も良いスキャンピッチを、当該目標膜厚のレジスト膜を形成するとき処理パラメータの値として決定する(ステップ S3)。なおスキャンピッチとは、既述のように塗布液ノズル 1 の Y 方向の間欠的送り量であるが、レジスト液 RE のラインから見ると図 8 に示すイメージとなる。

【0038】ここでスキャンピッチを決めれば塗布領域における塗布液ノズル 1 によるスキャンの全体の長さ(総延長)は幾何学的に決まってくる。また塗布液ノズル 1 のスキャン速度は予め例えば 1 m/sec に設定しているので、吐出流量をある値に決めれば塗布領域の総延長をスキャンしたときの薬液の全体の量は決まってくる。一方目標膜厚、薬液の固形分濃度及びウエハ W の塗布領域の面積が分かれば塗布領域に盛られる薬液の量は決まってくることから、薬液の全体の量は既に決められている。このことは、吐出流量を決めれば一義的にスキャンピッチが決まってくるということである。この例では基板としてウエハ W を例に挙げているので、塗布領域の形状は外縁が階段状になっており、このため所定のアルゴリズムを用いてスキャンピッチを計算することになるが、例えば液晶ディスプレイ用のガラス基板あるいは露光マスク用のガラス基板などの角形状の基板であれば、その計算は単純なものである。

【0039】③続いてステップS2決定した固形分濃度の薬液を用い、上記のスキャン速度及びステップS3で決定したスキャンピッチ及び吐出流量で、種々の穴径（ノズル径）の塗布液ノズル1を用いてレジスト液を塗布し、その後適当な処理パラメータ例えばステップS3のときと同じ処理パラメータの値に設定して減圧乾燥を行い、図7（c）に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性とノズル径との関係を求める。そして面内均一性の最も良いノズル径を、当該目標膜厚のレジスト膜を形成するときの処理パラメータの値として決定

10

する（ステップS4）。
【0040】④以上のようにして塗布液の塗布処理時の処理パラメータが決定した後、減圧乾燥時の処理パラメータを決定する。減圧乾燥が行われるウエハWについては、既に決められた処理パラメータ（固形分濃度、スキャン速度、スキャンピッチ及び吐出流量、並びに塗布液ノズル1のノズル径）を用いてレジスト液が塗布されている。

【0041】先ず溶剤が激しく蒸発をし始める時点、つまり溶剤が激しく蒸発をし始めるまでの排気速度を種々変える。図4には、この排気速度を変えた様子が示されており、排気速度をVA1からVA2と小さくすると、溶剤が激しく蒸発し始める時点が遅れる。そして他の処理パラメータは適当な値に固定しておいてレジスト膜を得、図7（d）に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性と排気速度との関係を求め、面内均一性の最も良い排気速度を、実際の処理を行うときの処理パラメータの値として決定する（ステップS5）。この処理パラメータ（排気速度）は、この例では制御部3から出力される流量設定値に相当する。

20

【0042】⑤次に溶剤が激しく蒸発し始めるまでの排気速度をステップS5で求めた排気速度に設定し、温度調整手段43を制御してウエハWの温度を種々変える。図4にはウエハWの温度を変えた様子が示されており、温度をT1からT2に下げると、溶剤の蒸気圧が下がるので気密容器40内の圧力が下がる。この場合整流板31とウエハWとの間のギャップ、溶剤が激しく蒸発している間の排気速度については適切な値からそれほど大きく外れていないと思われる値を選定しておく。そして図7（e）に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性とウエハWの温度との関係を求め、面内均一性の最も良いウエハWの温度を、実際の処理を行うときの処理パラメータの値として決定する（ステップS6）。

40

【0043】⑥次いで処理パラメータを既にステップS5、ステップS6で求めた値に設定し、溶剤が激しく蒸発している間の排気速度を種々変えて溶剤の蒸発の終了時点つまり溶剤が激しく蒸発している時間を種々変え、減圧乾燥を行う。制御部3は、圧力検出値が、溶剤が激しく蒸発する圧力になったときつまり溶剤の蒸気圧付近になったときに、あるいは予め設定した時間が経過した

ときに、例えばそれまでとは異なる流量設定値を出力するが、当該ステップで求める処理パラメータである「溶剤が激しく蒸発している時間（排気速度）」はこの流量設定値に相当する。図4には、排気速度を変えることにより溶剤の蒸発の終了時点が変わる様子が示されており、排気速度をVB1からVB2に下げることにより、前記終了時点が遅れる（溶剤蒸発時間が長くなる）。そして図7（f）に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性と溶剤蒸発時間との関係を求め、面内均一性の最も良い溶剤蒸発時間を、実際の処理を行うときの処理パラメータの値として決定する（ステップS7）。

【0044】⑦次いで処理パラメータを既にステップS5～ステップS7で求めた値に設定し、整流板31とウエハWとの間のギャップを種々変え、減圧乾燥を行う。そして図7（g）に示すように、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性とギャップとの関係を求め、最も良いギャップを、実際の処理を行うときの処理パラメータの値として決定する（ステップS8）。

【0045】このようにして、塗布液の塗布及び減圧乾燥時の一連の処理パラメータが決定される。なお減圧乾燥工程において、整流板31とウエハWとのギャップを溶剤の蒸発中に大きくする場合には、ステップS8の次に、既に求めた処理パラメータを用い、ギャップを大きくするタイミングを種々変えてレジスト膜を得る。そして、得られたレジスト膜の膜厚の面内均一性と前記タイミングとの関係を求め、面内均一性の最も良いタイミングを、実際の処理を行うときの処理パラメータの値として決定する。なお溶剤が激しく蒸発している状態において圧力は徐々に低くなっていくことから、ギャップを大きくするタイミングは例えば圧力値としてとらえることができる。

30

【0046】ここで減圧乾燥工程の処理パラメータを決めるときに、膜厚の面内均一性は高いが、得られた膜厚（面内平均膜厚）が目標膜厚からずれてしまった場合、例えば整流板のギャップあるいはウエハWの温度が最適値であるが、目標膜厚からずれてしまった場合には、レジスト膜の膜厚が目標膜厚になるように、塗布液の塗布工程における処理パラメータ例えばスキャンピッチ及び吐出流量を微調整する。

【0047】このようにして決められた処理パラメータは制御部3のメモリ内に記憶され、実際の処理のときに読み出され、その値に基づいて装置が制御される。薬液の固形分濃度は、作業者の手作業で混合されてもよいが、例えば塗布ユニット側で薬液の濃度調整が行われる場合には、固形分濃度もメモリ内に記憶される。

（実施の形態の効果）上述の実施の形態によれば、レジスト液の固形分濃度にかかわらずレジスト液の液膜の適切な厚さが存在することに着目し、先ずこの値を見つけた上で目標膜厚が得られるレジスト液の固形分濃度を求

50

め、次いで上述の順序で処理パラメータを決めているので、面内均一性の高いレジスト膜が得られる。具体的には±0.9%もの高い面内均一性が得られた。

【0048】そして減圧乾燥を行う場合の処理パラメータとして、溶剤の乾燥時間を決め、次いで整流板31とウエハWとのギャップを決めるようにしている。溶剤の乾燥時間が短すぎると、得られるレジスト膜が図5

(a)、(b)を合わせたような格好になる。即ちウエハWの周縁部から30mmぐらいの位置から周縁に向かって丸まり、かつ周縁から1~2mm程度内側に至るまでの部位が鋭く盛り上がった形状になる。従って溶剤の乾燥時間があまり短くならないようにすることが必要であるが、一方において溶剤の乾燥時間が長すぎると、周縁部が図5(b)に近い形状になるし、更にスルーボットが低くなる不利益がある。そこで適切な乾燥時間を求めることが必要になり、最適な乾燥時間を溶剤の揮発時のウエハWの温度と排気流量により決定するようにしている。従って処理パラメータを決めるにあたっては、上述のようにウエハWの温度を先に決めてもよいが、その前に排気流量(溶剤が激しく蒸発しているときの排気流量)を先に決めてもよい。

【0049】一方整流板31とウエハWとのギャップが狭いと塗布膜の液が流れやすいという現象があり、ウエハWの周縁部の膜を平坦化するためにはある液量を周縁部に向かって流すことが必要であるが、その場合液量が少ないと平坦化を達成できず、逆に多いと周縁部が盛り上がってしまう。以上のことを踏まえ、上述の実施の形態では、まず適切な乾燥時間を確保し、その上で整流板31とウエハWとのギャップを適切な位置に固定してウエハWの周縁に向かう液量をコントロールしている。従って面内均一性の高いレジスト膜が得られ、処理パラメータを適切な値に容易に決めることができる。こうして上述の実施の形態によれば、最適な処理パラメータの求め方の順序を決めていることから、試行錯誤により処理パラメータを決めていた場合に比べて、パラメータの設定作業、いわゆる条件出しが容易になり、それに費やす時間が大幅に短縮できる。

【0050】(具体的な装置構成の例)次にレジスト液を塗布するための塗布ユニットの装置構成について図9及び図10を参照しながら説明する。この塗布ユニットは、前面にウエハの搬出入口をなす開口部51(図10参照)が形成されたケース体52と、このケース体52の中に設けられ、Y方向に間欠的に移動可能な例えばバキュームチャック機能を有するウエハ保持部23とを備えている。ウエハ保持部23は昇降機構23aにより昇降軸23bを介して昇降できるようになっている。この昇降機構23aは、モータM1により駆動されるボールネジ部24により、ガイド部24aにガイドされながらY方向に移動できる移動台24bの上に配置されている。モータM1、ボールネジ部24及びガイド部24a

はY方向駆動機構をなすものである。ケース体52の天板53にはX方向に伸びるスリット54が形成され(図10に一部を示してある)、このスリット54内には、上部が天板53の上に突出すると共に下部の吐出孔が天板53の下方側に位置しかつウエハWと対向するように塗布液ノズル1が設けられている。前記塗布液ノズル2の吐出孔は、例えば10μm~200μmときわめて細径に形成されている。

【0051】天板53の上方にはX方向に沿って伸びるガイド部25が支持部26を介して架設されており、塗布液ノズル1は移動体21を介してこのガイド部25に沿って移動できるように取り付けられている。前記移動体21はX方向に伸びるボールネジ部22と螺合しており、モータM2によりボールネジ部22を回動させることにより、この移動体21を介して塗布液ノズル1がY方向に移動できることになる。モータM2、ガイド部25及びボールネジ部22はX方向駆動機構をなすものである。なおウエハWの移動領域をケース体52により囲み、ウエハWの置かれる空間をできるだけ狭い閉じた空間とすることにより、ウエハWにレジスト液を塗布しているときに溶剤蒸気が充満するので、塗布されたレジスト液からの溶剤の揮発を抑えることができる。この場合天板53に温度調整手段を設けて前記空間の温度をできるだけ一定に保つようにすることが、膜厚の面内均一性を高める上で好ましい。

【0052】前記塗布液ノズル1をレジスト液を吐出しながらX方向に移動させるとウエハWの周縁にレジスト液が付着し、また裏面にも回り込んでしまうため、これを防止するために例えばウエハWの周縁部全体を覆うと共に塗布膜形成領域である回路形成領域に対応する箇所が開口しているマスク14がウエハW上に設けられる。このマスク14は、ウエハWをY方向に移動させる移動台24bに取り付けられ、例えばウエハWの両側の外方からウエハWの表面よりも少し高い位置まで伸び出しているマスク支持部14aの上に載置されている。

【0053】今仮にケース体52の開口部51から見てケース体52の奥側(図10において右側)のウエハWの端部を前端部とすると、例えばウエハWの前端部が塗布液ノズル1のX方向スキャン領域の真下に位置するようにウエハ保持部23が位置する。そしてここからウエハ保持部23がY方向に所定のピッチで間欠的に移動する。一方塗布液ノズル1はウエハWの間欠移動のタイミングに対応してX方向に往復移動し、既述のようにしてレジスト液がウエハW上に塗布される。なおウエハWの回路形成領域の周縁の輪郭はいわば階段状のラインになっており、マスク14の開口部はこれに合わせた形状になっているが、例えば開口部の縁の方が前記輪郭よりも少し外側になるように形成されている。

【0054】ここで基板の表面に既に形成されている膜、つまりレジスト膜から見れば下地膜に凹凸がある場

10

20

30

40

50

合には、次のようにしてもよい。図11は、これからレジスト液が塗布されるウエハ表面に斜線領域で示されている凹部61及び白抜き領域で示されている凸部62とが平行状に延びて形成されている場合に、凹部61及び凸部62が延びている方向に対して交差する方向例えば直交する方向に塗布液ノズル1をスキャンさせる方法を示している。この方法は、例えば既述の塗布ユニットにおいて、ウエハWがウエハ保持部23に搬入されたときにこのウエハWの表面を撮像するように撮像手段であるCCDカメラ7を設置しておくと共に、ウエハ保持部23を回転自在に構成し、ウエハ保持部23に搬入されたウエハWの表面を撮像してその撮像結果に基づいてウエハ保持部23を回転させることにより実施される。例えば撮像された画像を前記制御部3が処理し、ウエハWの表面の凹部61、凸部62が延びている方向を判断し、その延びている方向がY方向となるようにウエハ保持部23を回転させると、これにより塗布液ノズル1は凹部61、凸部62が延びている方向と直交する方向にスキャンすることになる。この方法によれば、下地膜の膜厚変動の影響がなくなるかあるいは緩和されるのでレジスト液の平坦性が良く、結果として膜厚の面内均一性の高いレジスト膜が得られ、良好なレジストパターンが得られる。

【0055】またこのような効果を得る方法としては次のような方法を用いてもよい。例えばCCDカメラ7で撮像した結果、図12に示すように凹部61及び凸部62が存在する場合、凹部61及び凸部62が延びている方向を塗布液ノズル1がスキャンする方向に合わせ、図13に示すように凹部61においてはスキャンピッチを小さくし、また凸部62においてはスキャンピッチを大きくする。例えば既にスキャンピッチが設定されている場合、凸部62においてはそのスキャンピッチで塗布し、凹部61においては設定されているスキャンピッチよりも少し小さくする。凸部62であるか凹部61であるかの判断は、制御部3側で基板表面の撮像画像に基づいて行われ、ウエハW全体について凹部61及び凸部62のマップが形成される。制御部3はこのマップに基づいて、予め設定されたスキャンピッチで塗布するタイミングと少し小さいスキャンピッチで塗布するタイミングとを把握する。

【0056】なお凹部61及び凸部62について既述しておく、ウエハWには縦横にチップが形成されていて各チップには回路が形成されている。このためチップの縦方向あるいは横方向に沿った細い幅のラインでみると、1チップに対応する領域において前記ライン上の回路パターンの平均密度は、どのチップでも同じである。従ってウエハW全体でみれば、前記ライン上の回路パターンの平均密度はどこでも同じになる。一方これから塗布しようとするレジストから見た下地膜においては、前記回路パターンの平均密度が高いところは凸部62に相

当し、前記回路パターンの平均密度が低いところは凹部61に相当することになる。このため前記ライン上の1チップに対応する領域の平均の高さという概念を持ち出すと前記ライン上に沿って凹部61あるいは凸部62が延びていることになる。

【0057】次に上述の塗布ユニット及び減圧乾燥ユニットを組み込んだ塗布・現像システムの一例の概略について図14及び図15を参照しながら説明する。図14及び図15中、9はウエハカセットを搬入出するための搬入出ステージであり、例えば25枚収納されたカセットCが例えば自動搬送ロボットにより載置される。搬入出ステージ9に臨む領域にはウエハWの受け渡しアーム90がX、Z、Y方向およびθ回転（鉛直軸回りの回転）自在に設けられている。更にこの受け渡しアーム90の奥側には、例えば搬入出ステージ9から奥を見て例えば右側には塗布ユニット92、現像ユニット91を含むユニット群U1が配置され、受け渡しアーム90の左側、手前側、奥側には加熱ユニット、冷却ユニット、減圧乾燥ユニットなどが多段に重ねられ構成されたユニット群U2、U3、U4が夫々配置されている。また、塗布ユニット92、現像ユニット91とユニット群U2、U3、U4との間でウエハWの受け渡しを行うための、例えば昇降自在、左右、前後に移動自在かつ鉛直軸まわりに回転自在に構成されたウエハ搬送アームMAが設けられている。但し図14では便宜上ユニットu2及びウエハ搬送アームMAは描いていない。

【0058】ユニット群U1、U2、U3、U4を含む上述の部分のプロセスステーションブロックと呼ぶことにすると、このプロセスステーションブロックの奥側にはインターフェイスブロック100を介して露光装置101が接続されている。インターフェイスブロック100は例えば昇降自在、左右、前後に移動自在かつ鉛直軸まわりに回転自在に構成されたウエハ搬送アーム102により露光装置101の間でウエハWの受け渡しを行うものである。

【0059】この装置のウエハの流れについて説明すると、先ず外部からウエハWが収納されたウエハカセットCが前記搬入出ステージ9に搬入され、ウエハ搬送アーム90によりカセットC内からウエハWが取り出され、既述のユニット群U3の棚の一つである受け渡し台を介してウエハ搬送アームMAに受け渡される。次いでユニットU3群の一の棚の疎水化処理が行われた後、塗布ユニット92にてレジスト液が塗布され、レジスト膜が形成される。レジスト膜が塗布されたウエハWは減圧乾燥ユニットで乾燥された後、ユニット群U4のインターフェイスブロック100のウエハ搬送アーム102と受渡し可能なユニット群U4の冷却ユニットに搬送され、処理後にインターフェイスブロック100、ウエハ搬送アーム102を介して露光装置101に送られ、ここでパターンに対応するマスクを介して露光が行われる。露光

処理後のウエハをウエハ搬送アーム102で受け取り、ユニット群U4の受け渡しユニットを介してプロセスステーションブロックのウエハ搬送アームMAに渡す。

【0060】この後ウエハWは加熱ユニットで所定温度に加熱され、しかる後冷却ユニットで所定温度に冷却され、続いて現像ユニット91に送られて現像処理され、レジストマスクが形成される。しかる後ウエハWは搬入出ステージ9上のカセットC内に戻される。

【0061】本発明においては、減圧乾燥時におけるある処理パラメータを決定するにあたり、既述のように他のパラメータを一定にした状態で当該パラメータの設定値を種々変えることによりその最適値が決定されるが、例えば物性値や既に決まったパラメータ設定値に基づいてシミュレーションにより予め最適値を予測するようにしてもよい。具体的な一例を挙げると、例えば塗布液中の溶剤が選択されれば、その物性値である蒸気圧により溶剤が激しく蒸発をし始める圧力がある程度把握されるので、これにより溶剤が激しく蒸発をし始めるまでの排気速度が予測され、更にはウエハWの温度の初期設定値が決まる。また当該蒸気圧と、既に決まっている塗布液量および固形分濃度から溶剤蒸発時間が予測され、予測値を各パラメータの設定値を種々変える際の初期設定値とする。この場合、本例では排気速度、ウエハWの温度、溶剤蒸発時間、ギャップの順にパラメータが決定されることとなるが、このようにして最適値を予測すれば実際の最適値を求めることが容易となり、結果としてパラメータ決定に要する時間の短縮化を図ることができる。

【0062】本発明においては、減圧乾燥時の処理パラメータを決定する順序は、既述の順に決めるのが望ましい。しかし前記した初期設定値を予測する手法を用いる場合にシミュレーションの行い易い順にしたり、図3記載の減圧乾燥装置の構成、例えばヒータ43の加熱能力、真空ポンプ46の排気容量、整流板31の昇降量などハード側の制限により各処理パラメータの選択可能な範囲が制限される場合に、選択可能な範囲の狭いもの順にするなど、処理パラメータを決定する順序を変えるようにしてもよい。このように順序を変えて処理パラメータを決定しても、パラメータの設定作業が容易となり、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【0063】以上において本発明にて処理される基板は、LCD基板や露光マスク用の基板であってもよいし、また塗布液としてはレジスト液に限られるものではなく、例えば層間絶縁膜用の液体、高導電性膜用の液体、強誘電体膜用の液体、銀ペーストなどであってもよい。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、塗布液の固形分濃度にかかわらず塗布液の液膜の適切な厚さが存在することに着目し、先ずこの値を見つけた上で目標膜厚が得られる

塗布液の固形分濃度を求め、次いでスキャンピッチ及び塗布液ノズルからの吐出流量を求め、その後減圧乾燥の処理パラメータを求めているので、面内均一性の高い塗布膜が得られる。更に減圧乾燥の種々の処理パラメータについても最適な設定順序を見つけたことにより面内均一性の高い塗布膜が得られ、また必要な膜厚を得るためのパラメータの設定作業が容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかる塗布工程を示す説明図である。

【図2】塗布工程を実施する塗布ユニットの要部の概略斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態に用いられる減圧乾燥ユニットを示す縦断側面図である。

【図4】減圧乾燥工程における気密容器内の圧力変化を示す特性図である。

【図5】ウエハ表面の液膜を示す側面図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る処理パラメータの決定の順序を示すフロー図である。

【図7】処理パラメータの値とレジスト膜の膜厚の面内均一性との関係を示す説明図である。

【図8】ウエハ上の塗布液の線とスキャンピッチとを対応して示す説明図である。

【図9】塗布ユニットの具体的な装置構成を示す縦断側面図である。

【図10】塗布ユニットの具体的な装置構成を示す平面図である。

【図11】ウエハ上の下地膜の凹凸の状態と塗布液ノズルのスキャン方向を示す説明図である。

【図12】ウエハ上の下地膜の凹凸の状態を示す説明図である。

【図13】ウエハ上の下地膜の凹凸の状態とスキャンピッチとの関係を模式的に示す説明図である。

【図14】本発明の塗布膜形成装置を組み込んだ塗布、現像システムを示す外観図である。

【図15】本発明の塗布膜形成装置を組み込んだ塗布、現像システムの中を示す平面図である。

【図16】検討している塗布液の塗布工程の動作の概略を示す平面図である。

【符号の説明】

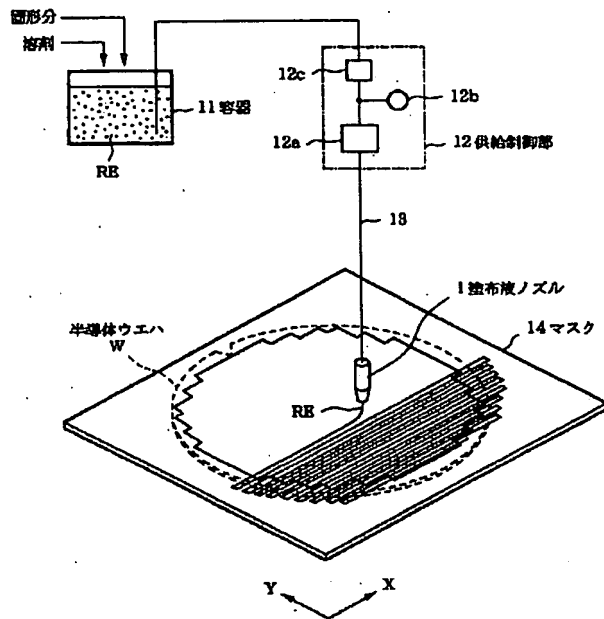
W	半導体ウエハ
RE	レジスト液
1	塗布液ノズル
11	薬液容器
12	供給制御部
12a	ベローズポンプ
14	マスク
22, 24	ボールネジ
23	ウエハ保持台
3	制御部

- 21
4 減圧乾燥ユニット
40 気密容器
41 載置台
42 蓋体

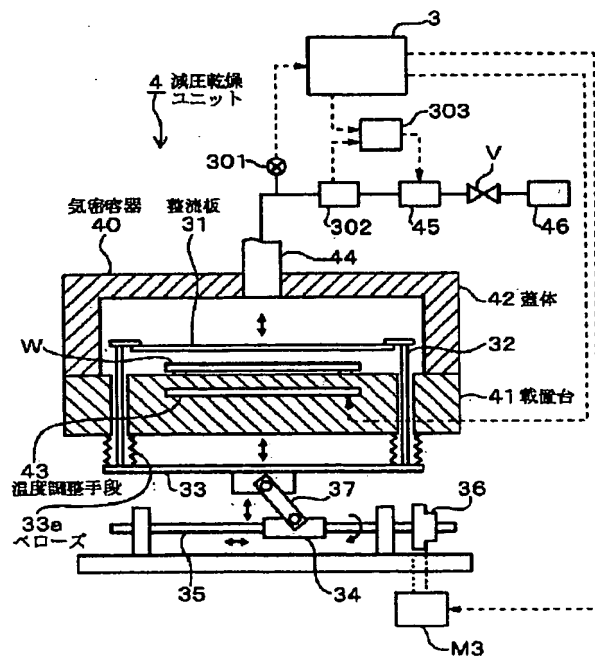
- * 44 排気管
45 圧力調整部
46 真空ポンプ

*

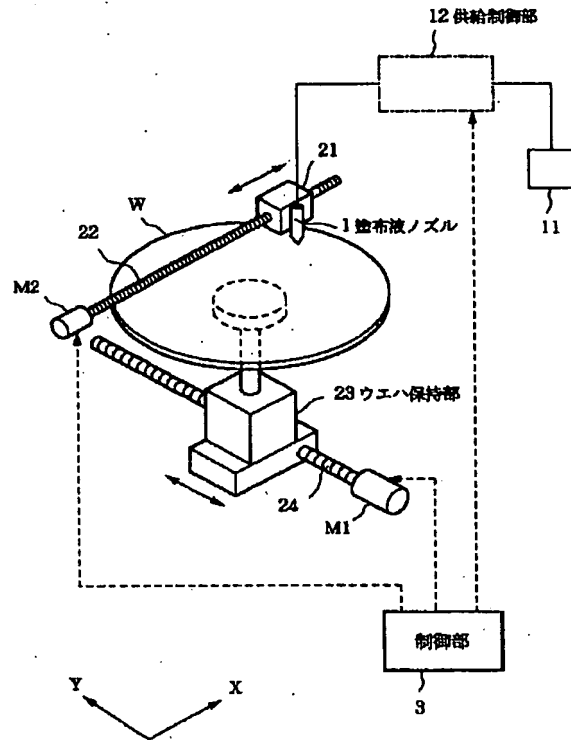
【図1】



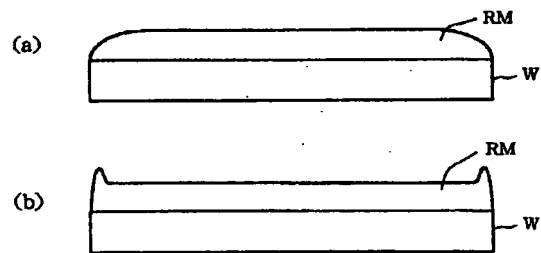
【図3】



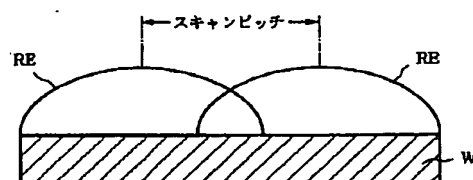
【図2】



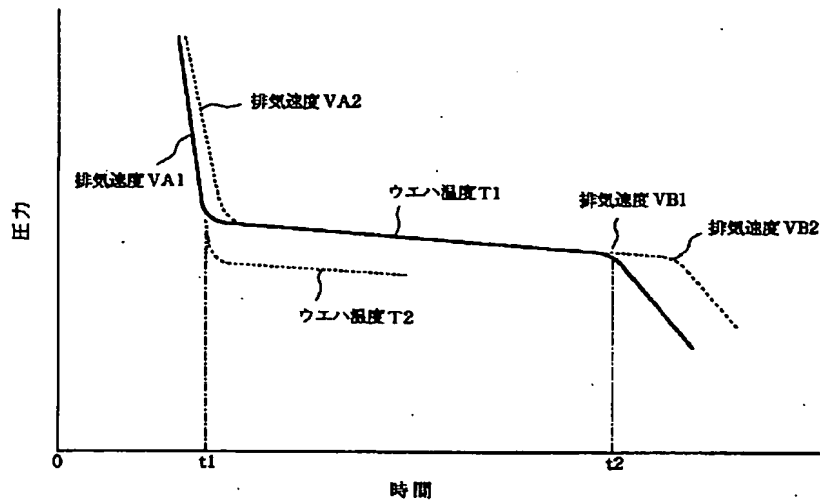
【図5】



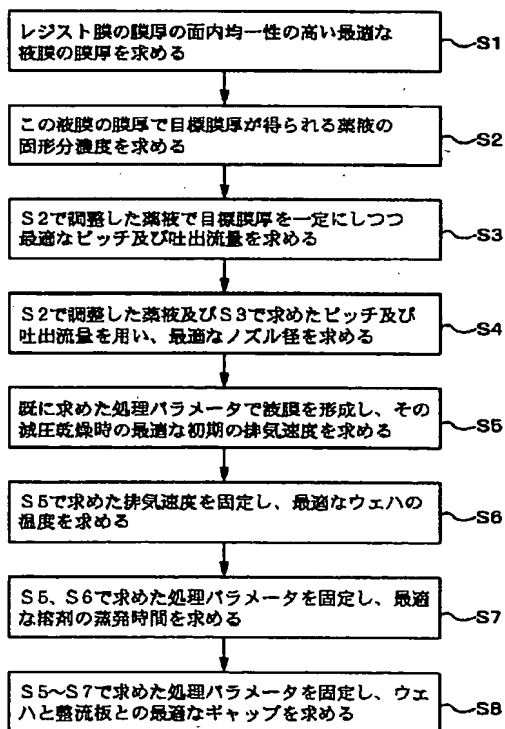
【図8】



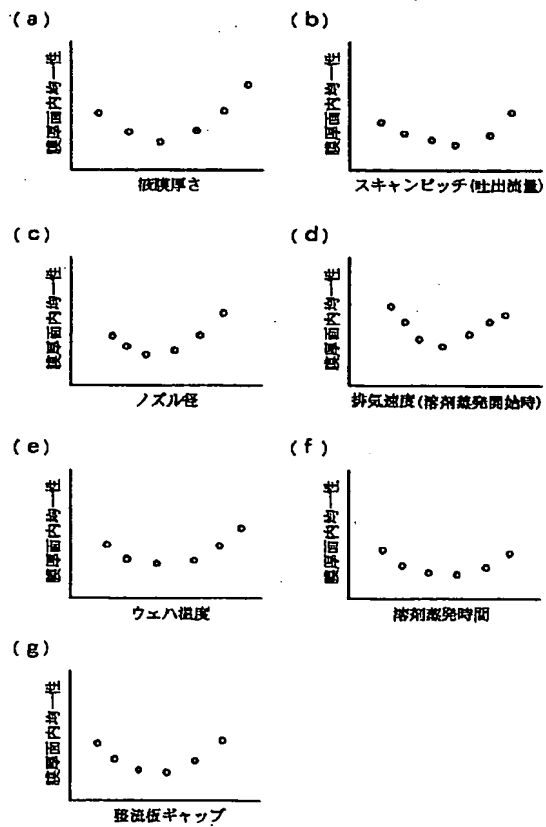
【図4】



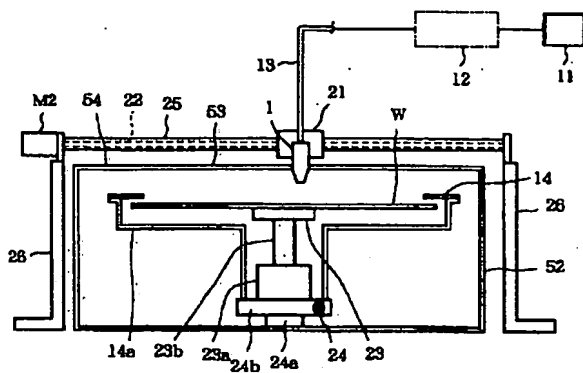
【図6】



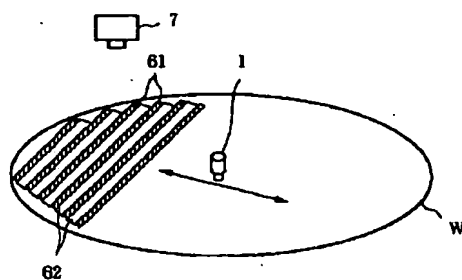
【図7】



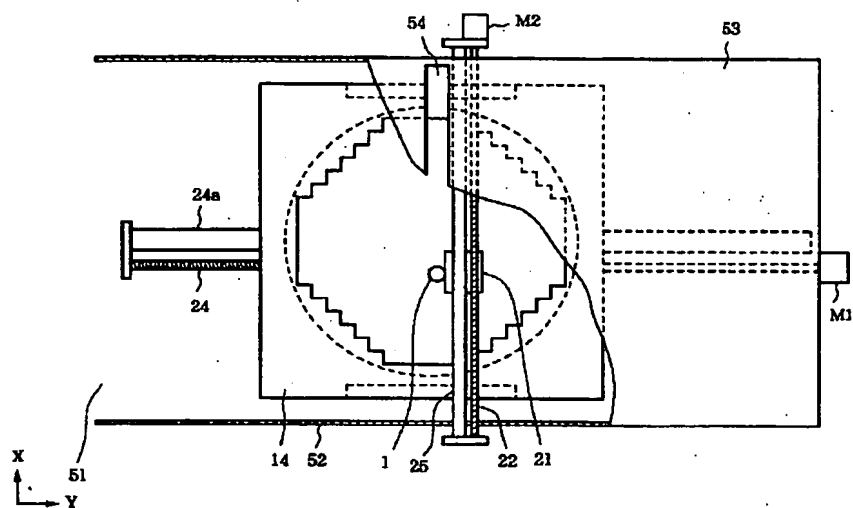
【図9】



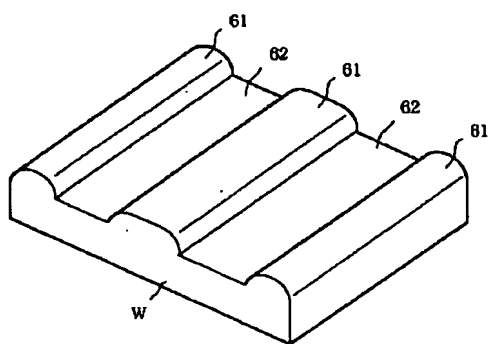
【図11】



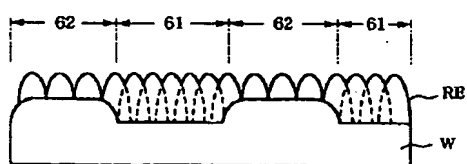
【図10】



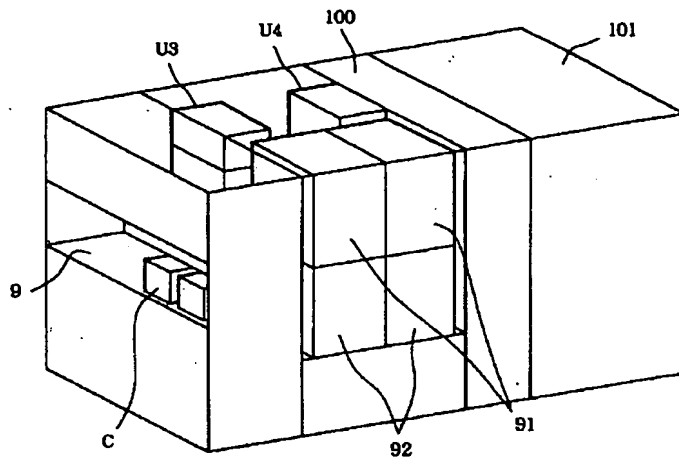
【図12】



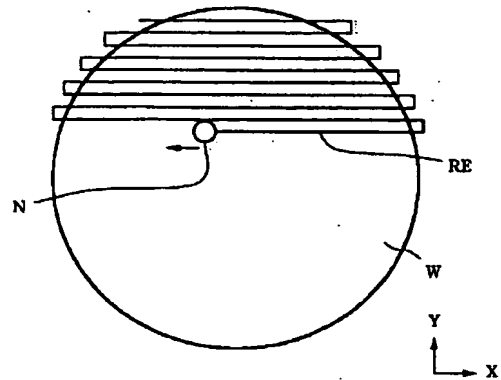
【図13】



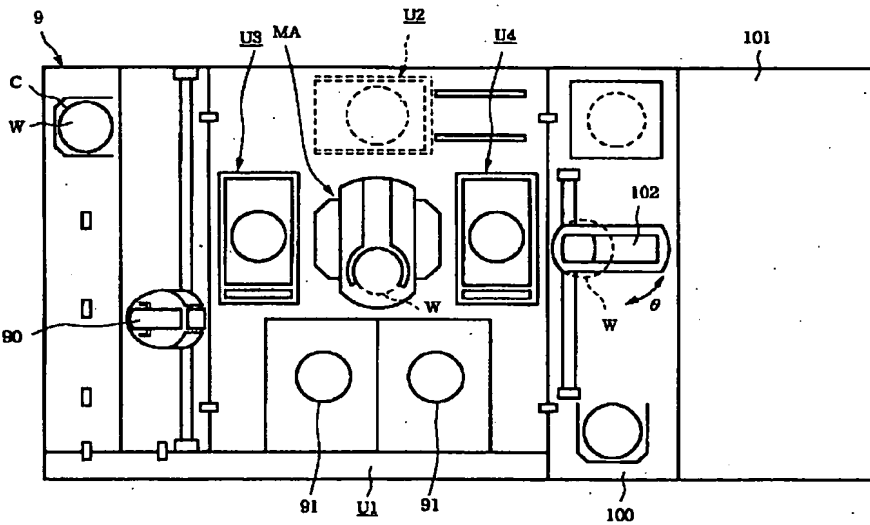
【図14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

B05D 3/00
G02F 1/13
G03F 7/16

識別記号

101
501

F I

G02F 1/13
G03F 7/16
H01L 21/30

テマコード(参考)

101
501
564Z

(72)発明者 福富 亮

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 小林 真二

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

F ターム(参考) 2H025 AA18 AB14 AB16 AB17 EA04
2H088 FA18 FA30 MA20
4D075 AC65 AC92 AC94 AC95 AC96
8B56Z BB93Z CA48 DA06
DB13 DB14 DC22 DC24 EA07
EA45
4F042 AA02 AA07 AB00 BA06 BA08
BA12 BA17 BA19 CA01 CB02
CB08 CB19 EB09 EB13 EB18
EB24 EB25 EB29 EB30
5F046 JA01